



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111344380 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 29

(21) 申请号 201880072867.4
 (22) 申请日 2018.11.08
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111344380 A
 (43) 申请公布日 2020.06.26
 (30) 优先权数据
 102018108842.6 2018.04.13 DE
 PCT/EP2017/078913 2017.11.10 EP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.05.11
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2018/080607 2018.11.08
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/092102 DE 2019.05.16
 (73) 专利权人 欧司朗OLED股份有限公司
 地址 德国雷根斯堡
 (72) 发明人 赖纳·布滕戴奇 菲利普·普斯特
 大卫·欧布里安 约恩·斯托
 马库斯·亚当
 (74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
 专利代理师 张春水 支娜

C09K 11/77 (2006.01)
H01L 33/50 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 2010289044 A1, 2010.11.18
 CN 104521016 A, 2015.04.15
 CN 107111185 A, 2017.08.29
 CN 103827259 A, 2014.05.28
 TW 201720908 A, 2017.06.16
 CN 103222077 A, 2013.07.24
 JP 2014031496 A, 2014.02.20
 US 2008012031 A1, 2008.01.17
 US 2006244358 A1, 2006.11.02
 CN 107134521 A, 2017.09.05
 CN 105374922 A, 2016.03.02
 CN 104781942 A, 2015.07.15
 CN 102471682 A, 2012.05.23
 艾哲 等. 基于CuInS₂/ZnS核壳结构量子点的高光效暖白光LED. 《发光学报》. 2015, 第36卷(第11期), 第1282-1288页.
 Yanchun Yin et al.. CdTe quantum dots and YAG hybrid phosphors for white light-emitting diodes. 《Luminescence》. 2013, 第29卷第626-629页.

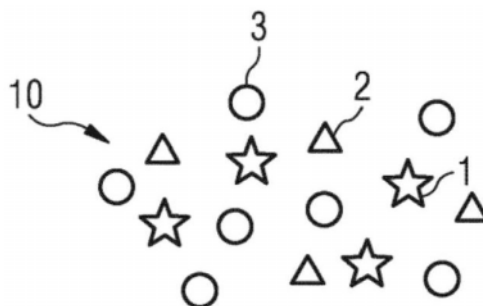
审查员 袁方强

(51) Int. Cl.
C09K 11/08 (2006.01)

权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称
 发光材料组合物, 转换元件, 光电子设备

(57) 摘要
 提出一种发光材料组合物(10), 所述发光材料组合物包括第一发光材料(1) 和第二发光材料(2), 其中第二发光材料是发红光的量子点发光材料。此外, 提出一种转换元件(20) 和一种光电子设备(30), 其分别包括发光材料组合物(10)。



1. 一种发光材料组合物(10),所述发光材料组合物包括:

- 第一发光材料(1),
- 第二发光材料(2),和
- 第三发光材料(3),

其中所述第二发光材料(2)是发红光的量子点发光材料,并且其中所述第三发光材料(3)具有式: $\text{SrLi}_2\text{Al}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$ 。

2. 根据权利要求1所述的发光材料组合物(10),其中所述第三发光材料(3)是发红光的发光材料。

3. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述第一发光材料(1)是发绿光的发光材料。

4. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述第一发光材料(1)不是量子点发光材料。

5. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述第一发光材料(1)具有平均颗粒直径为 $1\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 的颗粒。

6. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述第一发光材料(1)具有平均颗粒直径为 $5\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 的颗粒。

7. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)具有 1nm 至 300nm 的平均颗粒直径。

8. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)具有 2nm 至 50nm 的平均颗粒直径。

9. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)包含至少一种选自如下半导体材料组中的半导体材料: CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 HgTe 、 HgSe 、 GaP 、 GaAs 、 GaSb 、 AlP 、 AlAs 、 AlSb 、 InP 、 InAs 、 InSb 、 SiC 、 InN 、 AlN 及其混合晶体或者它们的组合。

10. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)具有核-壳结构(2a,2b)。

11. 根据权利要求10所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)具有平均直径为 1nm 至 200nm 的核,和平均厚度为直至 200nm 的壳。

12. 根据权利要求10所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)具有平均直径为 2nm 至 10nm 的核,和平均厚度为直至 20nm 的壳。

13. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)的以所述发光材料组合物(10)的发光材料的总量的份额具有最高60重量百分比。

14. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),其中所述发红光的量子点发光材料(2)的以所述发光材料组合物(10)的发光材料的总量的份额具有最高10重量百分比。

15. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),

其中所述第三发光材料(3)在四边形的空间群 $P4_2/m$ 中结晶。

16. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),

其中所述第三发光材料(3)以所述发光材料组合物(10)的发光材料的总量计的份额为至少10重量百分比。

17. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),

其中所述第三发光材料(3)以所述发光材料组合物(10)的发光材料的总量计的份额为至少20重量百分比。

18. 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10),所述发光材料组合物包括至少一种另外的发光材料。

19. 一种转换元件(20),所述转换元件具有根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10)。

20. 一种光电子设备(30),所述光电子设备包括:

- 发射辐射的半导体芯片(50),所述半导体芯片发射第一波长范围的电磁辐射,

- 根据权利要求1或2所述的发光材料组合物(10)。

21. 根据权利要求20所述的设备(30),

其中所述发光材料组合物(10)存在于设置在所述半导体芯片(50)上的转换元件(20)中或存在于位于所述半导体芯片上的囊封件(40)中。

发光材料组合物,转换元件,光电子设备

技术领域

[0001] 提出一种发光材料组合物,一种转换元件和一种光电子设备。

[0002] 相关申请的交叉参引

[0003] 本申请要求PCT专利申请PCT/EP2017/078913和德国专利申请10 2018 108 842.6的优先权,其公开内容通过参引结合于此。

背景技术

[0004] 从现有技术中已知用于借助光电子设备、例如发光二极管产生光的不同途径,所述光包含可见光谱的不同波长范围。重要的应用是产生白光。

[0005] 用于借助光电子设备产生覆盖可见光谱的不同波长范围的光的一个途径是使用两个或更多个半导体芯片,所述半导体芯片发射不同波长的光。例如,光电子设备可以包含发蓝光的半导体芯片和发红光的半导体芯片。如果应当产生白光,那么蓝色的半导体芯片还与一种或多种发光材料组合,所述发光材料将蓝色辐射转换成可见光谱的更长波的辐射,例如转换成绿光。然而,由已知的发红光的半导体芯片发射的辐射在其主波长和强度方面与温度和所施加的电流相关地改变。因此,对发蓝光的半导体芯片附加地使用发红光的半导体芯片需要在光电子设备之内进行附加的操控。

[0006] 对此替代地也可以产生光,使得覆盖可见光谱的不同波长范围,其方式为:将唯一的、例如发蓝光的半导体芯片与一种或多种发光材料组合,其中发光材料将由半导体芯片发射的辐射转换为可见光谱的更长波的辐射。为了该目的通常使用由传统的发光材料组成的发光材料组合物(或发光材料混合物)。例如,可以产生白光,其方式是:将由半导体芯片发射的蓝光借助于发光材料混合物部分地转换为绿光、黄光和红光。通过将不同波长的光叠加可以在总和中得到白光。

[0007] 效率以及色彩质量对于如下光电子设备起决定性的作用,所述光电子设备产生光,所述光覆盖具有在可见光谱内的不同波长范围的份额,例如在白光的情况下。

[0008] 效率以及色彩质量(或显色性)在相当大程度上由发光材料混合物确定,所述发光材料混合物转换由半导体芯片发射的辐射。

发明内容

[0009] 因此,本发明的目的是提出发光材料的组合物,称为发光材料组合物,其尤其适合于,在使用在光电子设备中时能够实现高的效率以及良好的显色性。此外,应当提出一种转换元件,所述转移元件尤其同样适合于,在使用在光电子设备中时能够实现高的效率以及良好的显色性。最后,应当提出一种光电子设备,所述光电子设备包含发光材料组合物。

[0010] 所述目的通过一种发光材料组合物,通过一种转换元件和通过一种光电子设备来实现。

[0011] 根据本发明的第一方面,提出一种发光材料组合物,所述发光材料组合物包括至少一种第一发光材料和至少一种第二发光材料,其中第二发光材料是发红光的量子点发光

材料。

[0012] 将发光材料组合物在此理解为由不同发光材料构成的组合。优选地,发光材料组合物是发光材料混合物,即第一和第二发光材料和可能第三发光材料或可能又一发光材料彼此的混合物。例如,发光材料能够以颗粒形式存在。例如,发光材料组合物除了发光材料以外还可以包含其他材料,例如基质材料,发光材料嵌入到所述基质材料中或发光材料在所述基质材料中分布。

[0013] 将第一发光材料尤其理解为如下发光材料,所述发光材料适合于,将例如UV辐射和/或蓝光转换为可见光谱的较长波的辐射。也就是说,第一发光材料例如吸收UV辐射或蓝光,并且发射可见光谱的较长波的辐射,例如第一发光材料发射绿光。第一发光材料可以吸收如下波长,所述波长具有比第一发光材料的自身发射更短的波长。第一发光材料例如可以具有非常宽的吸收光谱,并且除了UV辐射和/或蓝光以外也可以吸收青色和绿色的光并且最后发射绿光。

[0014] 在此和在下文中,优选将蓝光理解为波长为420nm至490nm的光,更优选为波长为430nm至470nm的光。

[0015] 在此和在下文中,将绿光理解为波长为490nm至570nm的光。

[0016] 在此和在下文中,将量子点发光材料理解为半导体颗粒(所谓的“量子点”,简称QD),所述半导体颗粒具有在纳米范围内的平均直径,即大于或等于1nm并且小于1 μ m的平均直径(d_{50})。量子点可以部分地聚集成附聚物

[0017] 然而为了确定平均直径,在此和在下文中单个量子点分别是决定性的。

[0018] 根据本发明的发光材料组合物的量子点发光材料是发红光的量子点发光材料。也就是说,量子点发光材料尤其适合于将UV辐射或蓝光转换为在红色波长范围内的光,即所述量子点发光材料吸收UV辐射或蓝光并且发射红光。

[0019] 根据本发明的发光材料组合物的特征在于改善的效率和同时良好的色彩质量。

[0020] 常规的发光材料组合物——其用于产生光,所述光具有带有在可见光谱中的不同波长范围的份额,如尤其白光——在其显色性和效率方面受到大量限制。

[0021] 为了在将发光材料组合物使用在光电子设备中时改善其显色性和效率,尤其发红光的发光材料是非常重要的,因为在红色光谱范围内减小的眼睛灵敏度明显限制光谱效率(LER)。同时,为了显色性、尤其白光的显色性需要良好限定的红色份额。

[0022] LER代表英语表达“luminous efficacy of radiation”并且也称作为光源的光度学辐射当量。在此涉及光流(以lm计的 Φ_v)和辐射功率(以mW计的 Φ_e)的商。为了求取LER,将光谱根据人眼敏感度加权。所述LER最后说明,如何“效率有益地”形成光谱。

[0023] 本发明的发明人已认识到,期望的良好限定的红色份额可以通过使用发红光的量子点发光材料特别好地实现,这正面地影响色彩质量。量子点发光材料由于其在纳米范围内的尺寸而具有特定的吸收和发射特性。所述量子点发光材料具有特别窄带的发射光谱。而常规的发光材料通常具有半值宽度(FWHM)为60nm至120nm的宽的发射带宽。与之相应地,量子点发光材料具有较窄的发射带宽,所述发射带宽通常涉及小于60nm,通常小于50nm或甚至小于40nm,例如在20nm至40nm之内的半值宽度(FWHM)。

[0024] 在此和在下文中将半值宽度理解为在发射峰的最大值的一半高度上的光谱宽度,简称FWHM或Full Width at Half Maximum。将具有最大强度的峰理解为发射峰。

[0025] 良好限定的窄带的发射不仅造成良好的显色性,而且通过不那么弱的眼睛加权的深红色份额也引起光学效率优势(Spektrale Effizienz,简称LER)。

[0026] 本发明的发明人此外已经确定,通过将量子点发光材料在根据本发明的发光材料组合物中使用,具有发光材料组合物的光电子设备的总效率可以提高。总效率或光收益(具有单位LPW=“每瓦特流明(Lumen pro Watt)”的缩写)由光流(以lm计的 Φ_v)和接收的电功率(以W计的P)得出。具有常规的发光材料组合物的常规的光电子设备(例如发白光的LED)的效率通过一系列损耗路径降低。

[0027] 除了已经提到的光谱效率(LER),对于光电子设备的效率而言,相应的发光材料的转换过程的效率是重要的。发光材料用作为转换器,因为所述发光材料将由半导体芯片发射的较短波的、蓝色的光转换为较长波的光。损耗例如在如下情况下出现:相应的发光材料的量子效率(QE)具有小于100%的值。典型的发光材料具有例如90%的量子效率,即从100个吸收的光子发射90个转换的光子。

[0028] 另一损耗路径通过散射造成,在常规的光电子设备中的光子由于发光材料颗粒经受所述散射。由于传统的发光材料的颗粒的尺寸一般处于数 μm 的范围内,以及由于发光材料颗粒与通常包围颗粒的基质材料相比的折射率差,发生散射。散射的光于是通常在光电子设备之内的不理想地反射的表面处被吸收。

[0029] 本发明的发明人已经认识到,不仅传统的发红光的发光材料的发射性能,而且还有吸收性能对于一些提到的损耗路径是重要的。具有传统的红色发光材料的常规发光材料混合物具有宽的吸收,所述吸收从光谱的短波的蓝色区域伸展至发光材料在红色光谱范围内的自身发射的区域(参见图5A)。传统的红色发光材料因此不仅吸收由半导体芯片发射的蓝光,而且所述传统的红色发光材料还部分地发射例如来自绿色光谱范围的光子并且还将所述光子转换为红光。由此立刻得出两个损耗过程:

[0030] 首先由此,通过两级的转换过程产生一定份额的红色光子,也就是说发生从蓝色向绿色的第一转换步骤和从绿色向红色的第二转换步骤。以所述方式产生的红光受到关于量子效率的双重损耗。代替90%,这种两级过程的量子效率仅为 $90\%*90\%=81\%$ (参见图6A)。

[0031] 其次在这种传统的发光材料组合物中,总是一部分的绿色发光材料具有“牺牲发光材料”的作用。借此表示,一部分的绿色发光材料完全不发射绿光,而是发射红光。因此,这部分的发光材料不将绿色光子贡献于光谱,而是仅需要用于产生红色光子。然而,所述在光谱方面对于最优的显色性实际上不需要的量的牺牲发光材料贡献于散射损耗。在常规的发光材料组合物中,这些损耗部分地通过使用较大的发光材料颗粒来降低,这然而在技术方面受限从而仅在一定界限内是可行的。

[0032] 不具有发红光的量子点发光材料、而是替代于此仅具有传统的发红光的发光材料的常规发光材料组合物因此尤其经受损耗,所述损耗分别归因于常规的红色发光材料尤其在绿色光谱范围内的不期望的吸收。在这种传统的发光材料组合物中,有时尝试通过如下方式来降低提到的、不期望的双重转换:即发光材料组合物的不同的发光材料在空间上彼此分离,使得双重转换通过所述分离在将发光材料组合物在光电子设备中使用不再可能。这然而在制造相应的发光材料组合物或光电子设备时需要附加的耗费的步骤。此外,所述分离通常造成在保证各向同性的光谱和色度坐标控制时的困难。

[0033] 本发明的发明人已经认识到,在其中将传统的发红光的发光材料部分地或完全地通过发红光的量子发光材料替代的发光材料组合能够实现,减少之前提到的损耗路径从而改善效率。

[0034] 在本申请中,术语常规的或传统的发光材料表示如下发光材料,所述发光材料既不是量子点发光材料,也不是显示出更下面所描述的第三发光材料的特征的发光材料。

[0035] 量子点发光材料具有吸收性能,所述吸收性能与传统的发光材料不同。典型的、传统的发红光的发光材料示出在光谱的非常宽的范围内的吸收,而量子点发光材料近似仅在光谱的短波的、尤其蓝色的范围内吸收(图5B)。这对于具有核-壳结构的量子点发光材料是特别明显的。后者近似仅在蓝色半导体芯片的发射的范围内吸收。与常规的发光材料相比,量子点发光材料通常显示出在较长波的范围内的明显更少的吸收。发红光的量子点发光材料尤其不在自身的红色发射的范围内吸收。也就是说,在根据本发明的、包括传统的第一发光材料和发红光的量子点发光材料的发光材料组合中,光谱中的通过量子点发光材料产生的红色份额主要直接通过从蓝光转换为红光来产生。相反地,不期望的两级的转换过程尽可能被避免。此外,在此情况下没有第一发光材料的值得注意的份额表现为牺牲发光材料。因此,也可以避免归因于牺牲发光材料的散射损耗。此外还有,量子点发光材料由于其在纳米范围内的小的尺寸本身不引起值得注意的散射,使得对由于避免不必要的牺牲发光材料而引起的散射损耗的已经提到的间接的减少附加地,由于量子点发光材料的小的散射而引起散射损耗的直接减少。

[0036] 因为通过使用发红光的量子点发光材料能够明显减少提到的损耗路径,所以根据本发明的发光材料组合能够实现更高的转换效率。因此,使用发红光的量子点发光材料提供关于光谱效率以及转换效率的优点,使得相应的发光材料组合在光电子设备中的使用总体上造成改善的总的电效率。

[0037] 本发明的发明人已经确定,在根据本发明的发光材料组合中,涉及光谱效率和转换效率的两个贡献相对于初始期望是正面的从而令人惊讶地允许总效率的提高。通过少量散射造成的优点可以大至,使得即使随后仍实现用于转换效率的净收益,相关的量子点发光材料的量子效率应当小于所使用的传统的发红光的发光材料的量子效率。这由发明人根据计算和根据经验确认(图7和8)。

[0038] 在下文中说明根据本发明的发光材料组合物的优选的改进方案。

[0039] 根据至少一个实施方式,量子点发光材料吸收蓝光并且发射红光。优选地,量子点发光材料吸收峰值波长在420nm和490nm之间,更优选在430nm和470nm之间的蓝光。优选地,量子点发光材料发射峰值波长在590nm和650nm的范围内,更优选在600nm至640nm的范围内,例如为610nm至650nm,或620nm至640nm的光。

[0040] 在此,可以将发射光谱中的如下波长称作为“峰值波长”,发射光谱中的最大强度处于所述波长处。

[0041] 根据至少一个实施方式,量子点发光材料发射红光,其中在半值宽度(FWHM)处的发射带宽在10nm和60nm之间,尤其在15nm和50nm之间,优选在20nm和40nm之间。

[0042] 根据至少一个优选的实施方式,根据本发明的发光材料组合是发光材料混合物。

[0043] 根据至少一个实施方式,发光材料组合是发光材料混合物,所述发光材料混合

物还具有基质材料,在所述基质材料中嵌入第一发光材料和发红光的量子点发光材料以及可能的第三发光材料和/或其他发光材料嵌。发光材料尤其可以均匀地在基质材料中分布。尤其,基质材料是透明的基质材料,例如包括树脂、硅树脂、玻璃或混合材料或其组合物或由这些材料构成的基质材料。

[0044] 根据至少一个实施方式,发光材料组合物还具有第三发光材料。优选地,第三发光材料是发红光的发光材料。

[0045] 例如,第三发光材料同样可以是量子点发光材料。通过另一量子点发光材料,可见光谱的其他范围能够通过良好限定的窄带的发射有针对性地覆盖并且同时避免效率损耗。例如,第三发光材料同样可以是发红光的量子点发光材料。在此情况下可行的是,作为第二发光材料选择如下量子点发光材料,所述量子点发光材料在短波的红色范围内发射,并且作为第三发光材料选择如下量子点发光材料,所述量子点发光材料在长波的红色范围内发射。因此,第三发光材料与第二发光材料相比在可见光谱的更长波的范围内发射。这种发光材料组合物的特征在于高的效率和良好的显色性。

[0046] 优选地,第三发光材料是发红光的发光材料,其不具有汞(Hg)和/或镉(Cd)。一系列市售的量子点发光材料具有重金属,如Hg或Cd,其浓度在RoHS规则下(有害物质限制,“减少有害物质(reduction of hazardous substances)”,EU准则2011/65/EU)在商用的电气和电子设备中是受限制的。通过作为第三发光材料选择不具有Hg和/或Cd的发红光的发光材料,可能具有Hg和/或Cd的、为量子点发光材料的第二发光材料的份额在数量上可以限制为,使得可以遵循EU准则2011/65/EU的规定。这种发光材料组合物满足对色彩质量的高的要求。同时所述发光材料组合物具有高的效率并且满足RoHS规则。

[0047] 根据至少一个实施方式,第一发光材料是发绿光的发光材料。优选地,第一发光材料吸收蓝光,例如峰值波长在430nm和470nm之间的光并且发射绿光,尤其峰值波长在490nm至570nm之间的绿光。

[0048] 根据至少一个实施方式,第一发光材料是传统的发光材料。借此尤其表示,第一发光材料不是量子点发光材料。因此,发光材料混合物具有至少一种发红光的量子点发光材料作为第二发光材料并且具有非量子点发光材料作为第一发光材料。

[0049] 本发明的发明人已经认识到,尤其地,发红光的发光材料的吸收和发射特性对于色彩质量和效率是决定性的。因此,其余发光材料不一定必须是量子点发光材料。优选地,第一发光材料不具有Hg和/或Cd从而有利于满足RoHS规则。

[0050] 根据至少一个实施方式,发光材料混合物与之前提到的RoHS规则一致。

[0051] 根据至少一个实施方式,第一发光材料具有颗粒形状。优选地,第一发光材料具有平均颗粒直径(d_{50})为0.1 μm 至1000 μm ,更优选为1 μm 至1000 μm 的颗粒。尤其优选地,第一发光材料具有平均颗粒直径(d_{50})为1 μm 至50 μm ,例如为5 μm 至50 μm 的颗粒。

[0052] 根据至少一个实施方式,第一发光材料是绿色发光材料,其包含 β -SiAlON或者由 β -SiAlON构成。 β -SiAlON例如可以遵从如下化学式: $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}:\text{RE}$,其中优选适用: $0 < z \leq 6$,并且 $0.001 \leq y \leq 0.2$ 并且RE是选自稀土金属的一种或多种元素,优选至少为Eu和/或Yb。

[0053] 此外还可行的是,第一发光材料是绿色发光材料,其具有式 $\text{Y}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 或由所述材料构成,其中Ga的份额为 $0.2 \leq x \leq 0.6$,优选 $0.3 \leq x \leq 0.5$,特别优选 $0.35 \leq x \leq$

0.45。

[0054] 此外,第一发光材料是绿色发光材料,其具有 $(\text{Gd}, \text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$,或者 $(\text{Tb}, \text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 或由这些材料之一构成,具有1.5摩尔%至5摩尔%,优选2.5摩尔%至5摩尔%的铈份额和 x 为0至0.5,优选 x 为0至0.1的镓份额。

[0055] 此外还可行的是,第一发光材料是和具有 $\text{Lu}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 或 $(\text{Lu}, \text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$,或由所述材料之一构成,具有分别以稀土金属计的0.5摩尔%至5摩尔%,优选0.5摩尔%至2摩尔%的铈份额,和在0和0.5之间,优选在0.15和0.3之间的镓份额 x 。

[0056] 依照根据本发明的发光材料组合物的至少一个实施方式,发红光的量子点发光材料具有1nm至300nm,优选1nm至100nm,更优选1nm至30nm并且尤其优选2nm至50nm,例如2nm至20nm的平均颗粒直径(d_{50})。该数量级的纳米颗粒具有良好限定的带隙,并且特征在于特别良好限定的吸收和发射性能。发射波长在此由半导体材料的带隙和通过量子点发光材料的相应的尺寸的量子化得出。

[0057] 根据至少一个实施方式,量子点发光材料的颗粒形状是球形的。然而,颗粒形状原则上也可以是长形的,即与理想的球形不同。

[0058] 根据至少一个实施方式,根据本发明的发光材料组合物的发红光的量子点发光材料包含半导体材料中的至少一种,所述半导体材料选自如下半导体材料: CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 HgTe 、 HgSe 、 GaP 、 GaAs 、 GaSb 、 AlP 、 AlAs 、 AlSb 、 InP 、 InAs 、 InSb 、 SiC 、 InN 、 AlN 及其混合晶体或其组合。除了二元混合晶体之外,也可以考虑三元和四元混合晶体。例如,量子点发光材料可以包含刚好一种、刚好两种、刚好三种或刚好四种所述半导体材料或由其构成。

[0059] 根据至少一个另外的实施方式,量子点发光材料具有带有钙钛矿结构的材料。

[0060] 与典型的、传统的、不是量子点发光材料的红色发光材料,如例如 Eu^{2+} 掺杂的氮化物,如例如 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$,或 Eu^{2+} 掺杂的硫化物相反地,量子点发光材料具有明显更小的发射半值宽度。

[0061] 根据至少一个实施方式,量子点发光材料具有核-壳结构(英语为core-shell-structure)。优选地,在此核和壳具有彼此不同的半导体材料。以所述方式能够将吸收和发射在光谱上彼此分离。例如,吸收可以主要地或仅仅通过壳进行,而发射主要地或仅仅通过核进行。这基于针对核和壳选择的半导体材料的不同的带隙是可行的。

[0062] 在至少一个优选的实施方式中,核包括 CdSe 或者由其构成并且壳包括 CdS 或由其构成。

[0063] 根据至少一个实施方式,量子点发光材料具有所谓的“合金结构”。借此表示如下量子点发光材料,所述量子点发光材料在内部或核中具有与在其表面或壳处不同的组分。与常规的核-壳结构相反地,然而所述量子点发光材料不具有在核和壳之间的锐利的边界,而是过渡部是平滑的。换言之,量子点发光材料具有至少两种半导体材料,例如至少两种在上文列举的半导体材料,并且此外量子点发光材料在所述至少两种半导体材料的组分中从内到外具有梯度。

[0064] 依照根据本发明的发光材料组合物的至少一个实施方式,发红光的量子点发光材料具有:核,所述核具有1nm至100nm,优选2nm至10nm的平均直径;和壳,所述壳具有直至200nm,优选直至20nm,例如在1nm和200nm之间或在1nm和20nm之间,例如为1nm至10nm的平

均厚度。例如，壳的厚度在2nm和20nm之间，例如为5nm至20nm。壳能够实现适当的且目标明确的吸收。过薄的壳造成吸收优点的减小。

[0065] 依照根据本发明的发光材料组合物的至少一个实施方式，量子点发光材料具有SiO包覆部。这表示，发光材料的各一个或多个量子点由包括SiO或由SiO构成的包覆部包围。例如，量子点发光材料具有核-壳结构并且附加地具有SiO包覆部。在此情况下，因此量子点发光材料除了核以外具有多个壳，其中第一壳包括半导体材料，而另一壳可以是SiO壳从而形成SiO包覆部。SiO包覆部适合于减少或防止量子点发光材料的积聚从而对量子点发光材料例如相对于氧或水进行保护。

[0066] 根据至少一个改进方案，SiO包覆部具有1 μ m至20 μ m的直径。根据至少一个实施方式，发红光的量子点发光材料以发光材料的总量计的份额为小于60重量%，优选小于30重量%，更优选小于20重量%，尤其优选小于10重量%，再更优选小于5重量%或甚至小于2重量%。例如，量子点发光材料以发光材料组合物中的发光材料的总量计的份额在0.1重量%和60重量%之间，在0.1重量%和30重量%之间，在0.1重量%和20重量%之间或在0.1重量%和10重量%之间，例如在0.1重量%和5重量%之间，例如为1重量%至2重量%。

[0067] 根据一个优选的实施方式，根据本发明的发光材料组合物包括第三发光材料，其中第三发光材料具有式：

[0068] (MB) (TA)_{3-2x} (TC)_{1+2x} O_{4-4x} N_{4x} : E

[0069] TA选自单价金属的组。尤其，TA选自如下单价金属：锂、钠、铜、银和由其构成的组合。优选TA是锂。

[0070] MB选自二价金属的组。尤其，MB选自如下二价金属：镁、钙、锶、钡、锌和由其构成的组合。优选地，MB是钙、锶、钡或由其构成的组合。优选地，MB是锶。

[0071] TC选自三价金属的组。尤其TC选自如下三价金属：硼、铝、镓、铟、铋、铁、铬、钷、稀土金属和由其构成的组合。优选地，TC是铝。

[0072] E选自如下组：铈，镨，钕，钐和由其构成的组合。优选地，E是Eu³⁺、Eu²⁺、Ce³⁺、Yb³⁺、Yb²⁺和/或Mn⁴⁺。更优选地，E是Eu²⁺。

[0073] 在此适用0 < x < 0.875。优选适用：0.45 < x < 0.55。更优选适用：x = 0.5。

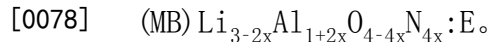
[0074] 本发明的发明人已经认识到，包括第一发光材料、第二发光材料和第三发光材料的、一般通式为(MB) (TA)_{3-2x} (TC)_{1+2x} O_{4-4x} N_{4x} : E的发光材料组合物将特别好的色彩质量与高效率结合在一起，从而在光电子设备中使用时提供光谱优势，其中所述第二发光材料是发红光的量子点发光材料。附加地，这种发光材料组合物与具有量子点发光材料作为唯一的发红光的发光材料的发光材料组合物相比是更环保的。通过使用一般通式为(MB) (TA)_{3-2x} (TC)_{1+2x} O_{4-4x} N_{4x} : E的第三发光材料可行的是，在色度坐标保持不变时并且在光质量保持不变时，使用具有更少量的Hg和/或Cd的量子点发光材料，由此可以实现，发光材料组合物满足RoHS规则的要求。

[0075] 将(MB) (TA)_{3-2x} (TC)_{1+2x} O_{4-4x} N_{4x} : E用作为第三发光材料还具有如下优点，所述发红光的发光材料与常规的发红光的发光材料相比具有更窄带的发射。这对于显色性和光谱效率是有利的。

[0076] 总体上，具有在此所描述的类型第三发光材料的所描述的发光材料组合物引起双重转换和散射的减少。这能够实现减少在发光材料组合物中的发光材料的总量。所述减

少能够实现进一步减少散射。由此,这种发光材料组合物在光电子设备中的使用允许总的电效率的明显升高。

[0077] 根据至少一个实施方式,第三发光材料具有下式:



[0079] MB选自三价金属的组。尤其MB选自如下组:镁、钙、锶、钡、锌和由其构成的组合。优选地,MB是钙、锶、钡或由其构成的组合。尤其,MB是锶。E选自如下组:铕、镱、铈、钇和由其构成的组合。尤其,E是 Eu^{3+} 、 Eu^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Yb^{3+} 、 Yb^{2+} 和/或 Mn^{4+} 。在此适用 $0 < x < 0.875$ 。尤其适用 $0.45 < x < 0.55$ 。优选 $x = 0.5$ 。

[0080] 在此和在整个申请中,根据总式描述发光材料。在给出的总式中可能的是,发光材料具有其他例如呈杂质形式的元素,其中所述杂质总计优选具有最高1%或100ppm(百万分率)或10ppm的占发光材料的总份额。

[0081] 通过使用活化剂Eu、Ce、Yb和/或Mn,尤其Eu或与Ce、Yb和/或Mn组合的Eu,可以特别好地设定第三发光材料在CIE色度空间中的色度坐标,其峰值波长 λ_{peak} 或主波长 λ_{dom} 和半值宽度。

[0082] 根据另一实施方式,活化剂E能够以0.1摩尔%至20摩尔%,1摩尔%至10摩尔%,0.5摩尔%至5摩尔%的摩尔%量存在。过高的E浓度可能造成通过浓度淬灭引起的效率损耗。在此和在下文中将用于活化剂E,尤其Eu的摩尔%说明理解为以第三发光材料中的MB的摩尔份额计的摩尔%说明。

[0083] 根据另一实施方式,MB能够以80摩尔%至99.9摩尔%的摩尔%量存在。

[0084] 根据至少一个实施方式,第三发光材料在四边形空间群 $P4_2/m$ 中结晶。在所述空间群中结晶的发光材料具有特别窄带的发射。

[0085] 根据至少一个实施方式, $x = 0.5$ 。得到式为 $(\text{MB}) \text{Li}_2 \text{Al}_2 \text{O}_2 \text{N}_2 : \text{E}$ 的第三发光材料,其中MB选自如下三价金属的组:镁、钙、锶、钡、锌或由其构成的组合,其中E选自如下组:铕、镱、铈、钇和由其构成的组合。

[0086] 特别优选地,第三发光材料是 $\text{SrLi}_2 \text{Al}_2 \text{O}_2 \text{N}_2 : \text{Eu}$ 。因此,第三发光材料特别优选是铕掺杂的氧代次氨基铝酸锂发光材料。所述发光材料具有特别窄带的发射。提到的优点对于作为第三发光材料的所述发光材料是特别显著的。

[0087] 根据至少一个实施方式,第三发光材料发射出自红色光谱范围内的电磁辐射。尤其,发光材料发射主波长在590nm和620nm之间,优选在595nm和615nm之间,特别优选在600nm和610nm之间的辐射,其中包括边界值。

[0088] 例如,式为 $\text{SrLi}_2 \text{Al}_2 \text{O}_2 \text{N}_2 : \text{Eu}$ 的发光材料在用波长例如为460nm的初级辐射激励时在电磁光谱的红色光谱范围内发射,并且示出窄带的发射,也就是说具有小的半值宽度,优选具有小于55nm的半值宽度。

[0089] 根据至少一个实施方式,第三发光材料具有如下发射光谱,所述发射光谱具有614nm \pm 10nm、9nm、8nm、7nm、6nm、5nm、4nm、3nm、2nm或1nm的最大峰值波长和/或小于70nm、小于65nm或小于60nm,尤其小于55nm,优选小于50nm,例如48nm的半值宽度。

[0090] 根据至少一个实施方式,半值宽度小于55nm,优选小于50nm,例如小于或等于45nm。

[0091] 根据至少一个实施方式,第三发光材料不在空间群 $I4/m$ 或 UCr_4C_4 型的晶体结构中

结晶。

[0092] 根据一个与其不同的实施方式,第三发光材料在空间群I4/m或UCr₄C₄型的晶体结构中结晶。

[0093] 根据至少一个实施方式,第三发光材料可用来自UV和/或蓝色光谱范围的初级辐射激励。例如,发光材料可用430nm至470nm,例如460nm+/-10%的波长激励。

[0094] 根据一个实施方式,第三发光材料以发光材料的总量计的份额小于60重量%,优选小于30重量%,更优选小于20重量%,尤其优选小于10重量%。例如,第三发光材料以发光材料组合物中的发光材料的总量计的份额在0.1重量%和60重量%,0.1重量%和30重量%,0.1重量%和20重量%,或0.1重量%和10重量%之间。

[0095] 根据至少一个实施方式,第三发光材料以发光材料组合物的发光材料的总量计的份额为至少10重量百分比,优选至少20重量百分比。

[0096] 根据一个实施方式,发光材料组合物包括至少一种另外的发光材料,其中所述另外的发光材料优选是与第一、第二和第三发光材料不同的发光材料。

[0097] 根据一个实施方式,另外的发光材料是如下一般通式的发光材料:

[0098] $M_{(1-x-y-z)}Z_z[A_aB_bC_cD_dE_eN_{4-n}O_n]:ES_xRE_y,$

[0099] -M在此选自元素Ca、Sr、Ba的组。

[0100] -Z在此选自元素Na、K、Rb、Cs、Ag的组。

[0101] -A在此选自元素Mg、Mn、Zn的组。

[0102] -B在此选自元素B、Al、Ga的组。

[0103] -C在此选自元素Si、Ge、Ti、Zr、Hf的组。

[0104] -D在此选自元素Li和Cu的组。

[0105] -E在此选自元素P、V、Nb、Ta的组。

[0106] -ES在此是Ce³⁺。

[0107] -RE在此选自自由Eu²⁺、Eu³⁺、Yb²⁺、Yb³⁺构成的组。

[0108] 在此适用:

[0109] $-0 \leq x \leq 0.2$

[0110] $-0 \leq y \leq 0.2$

[0111] $-0 \leq x+y \leq 0.4$

[0112] $-0 \leq z < 1$, 优选适用: $z \leq 0.9$, 例如适用: $z \leq 0.5$

[0113] $-0 \leq n \leq 0.5$

[0114] $-0 \leq a \leq 4$, 例如适用: $2 \leq a \leq 3$

[0115] $-0 \leq b \leq 4$

[0116] $-0 \leq c \leq 4$

[0117] $-0 \leq d \leq 4$

[0118] $-0 \leq e \leq 4$

[0119] $-a+b+c+d+e=4$

[0120] $-2a+3b+4c+d+5e=10-y-n+z$

[0121] 特别优选适用: $x+y+z \leq 0.2$ 。

[0122] 根据一个优选的实施方式,另外的发光材料选自下述发光材料的列表:-Ce³⁺石榴

石,例如:

- [0123] -- $Y_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce^{3+}$,
- [0124] -- $(Gd,Y)_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce^{3+}$,
- [0125] -- $(Tb,Y)_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce^{3+}$,
- [0126] -- $Lu_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce^{3+}$,
- [0127] -- $(Lu,Y)_3(Al_{1-x}Ga_x)_5O_{12}:Ce^{3+}$,
- [0128] - Ce^{3+} 掺杂的(氧)氮化物,例如:
- [0129] -- $(La,Y)_3Si_6N_{11}:Ce^{3+}$,
- [0130] -- $(La_{1-x}Ca_x)_3Si_6(N_{1-y}O_y)_{11}:Ce^{3+}$,其中 $0 \leq x \leq 1$ 并且 $0 \leq y \leq 1$
- [0131] - Eu^{2+} 氧化物,(氧)氮化物,例如:
- [0132] -- $(Ca,Sr)AlSiN_3:Eu^{2+}$,
- [0133] -- $Sr(Sr,Ca)Si_2Al_2N_6:Eu^{2+}$,
- [0134] -- $(Ca,Ba,Sr)_2Si_5N_8:Eu^{2+}$,
- [0135] -- $SrAlSi_7N_4:Eu^{2+}$,
- [0136] -- $Sr[Al_3LiN_4]:Eu^{2+}$,
- [0137] -- $Ca[Al_3LiN_4]:Eu^{2+}$,
- [0138] -- $Ca_8Mg(SiO_4)_4C_{12}:Eu^{2+}$
- [0139] - Eu^{2+} 掺杂的硫化物,例如
- [0140] -- $CaS:Eu^{2+}$
- [0141] -- $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$
- [0142] - Mn^{4+} 掺杂的发光材料,其中作为主结构例如可以使用 K_2SiF_6 、 Na_2SiF_6 、 K_2TiF_6 。
- [0143] 作为 Mn^{4+} 掺杂的发光材料通常可以使用氟化的和氟氧化的发光材料,例如如下一般通式的发光材料:
- [0144] $EA_xA_y[B_zC_fD_gE_hO_aF_b]:Mn^{4+}_c$
- [0145] --其中A选自如下组:Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、 NH_4 或由其构成的组合,
- [0146] --其中EA选自如下元素的组:Be、Mg、Ca、Ba、Sr、Zn或由其构成的组合,
- [0147] --其中B选自如下元素的组:Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Hf,
- [0148] --其中C选自如下元素的组:Al、Ga、In、Gd、Y、Sc、La、Bi、Cr,
- [0149] --其中D选自如下元素的组:Nb、Ta、V,
- [0150] --其中E选自如下元素的组:W、Mo或由其构成的组合。
- [0151] 在此 $[EA_xA_y]^d$ 中的部分电荷d从 $(2*x+y)$ 中得出并且对应于 $[[B_zC_fD_gE_hO_aF_b]:Mn^{4+}_c]^e$ 的部分电荷e的倒转,其也组成为 $(4*z+3*f+5*g+6*h+4*c-2*a-b)$ 。
- [0152] 同样可将 $Mg_4GeO_{3.5}F$ 用作为主结构,其中活化剂含量优选为 ≤ 3 原子%,特别优选 ≤ 1 原子%。另外的发光材料可以具有一般通式 $(4-x)MgO*xMgF_2*GeO_2:Mn^{4+}$ 。
- [0153] Mn^{4+} 掺杂的 $A_2Ge_4O_9$ 或 $A_3A'Ge_8O_{18}$ 同样可以用作为另外的发光材料,其中A和A' 分别彼此无关地选自如下元素的组:Li、K、Na、Rb,例如为 Mn^{4+} 掺杂的 $K_2Ge_4O_9$ 、 $Rb_2Ge_4O_9$ 或 $Li_3RbGe_8O_{18}$ 。
- [0154] 同样可以将 Mn^{4+} 掺杂的 $Sr_4Al_{14}O_{25}$ 、 Mg_2TiO_4 、 $CaZrO_3$ 、 $Gd_3Ga_5O_{12}$ 、 Al_2O_3 、 $GdAlO_3$ 、 $LaAlO_3$ 、 $LiAl_5O_8$ 、 $SrTiO_3$ 、 $Y_2Ti_2O_7$ 、 $Y_2Sn_2O_7$ 、 $CaAl_{12}O_{19}$ 、 MgO 、 Ba_2LaNbO_6 用作为另外的发光材料。

- [0155] -此外,出自(纳米颗粒的)半导体材料的分类的发光材料可以用作为另外的发光材料,例如一般组分为 ZMX_3 的发光材料,
- [0156] --其中Z选自如下组:Cs、 CH_3NH_3 、 $CH(NH_2)_2$ 、 $(CH_3)_3NH$,
- [0157] --其中M选自如下组:Pb、Sn、Ge、Mn、Cd、Zn,
- [0158] --其中X选自如下组:Br、I、SCN。
- [0159] -此外,可以将一般通式为 $A^I_2M^I M^{III}X_6$ 的发光材料用作为另外的发光材料,
- [0160] --其中 A^I 选自如下组:Cs、 CH_3NH_3 、 $CH(NH_2)_2$ 、 $(CH_3)_3NH$,
- [0161] --其中 M^I 选自如下组:Ag、K、Tl、Au,
- [0162] --其中 M^{III} 选自如下组:Sb、Bi、As、An,
- [0163] --其中X选自如下组:Br、I、SCN。
- [0164] 例如式为 $Cs_3Sb_2I_9$ 、 $(CH_3NH_3)_3Sb_2I_9$ 、 Cs_2SnI_6 的发光材料。
- [0165] 本发明根据第二方面涉及一种具有根据本发明的第一方面的发光材料组合物的转换元件。
- [0166] 根据至少一个实施方式,转换元件具有至少一个层。发光材料组合物优选存在于层中。
- [0167] 根据至少一个实施方式,转换元件除了第一层以外具有至少一个第二层和/或第三层。例如,第二层可以设置在第一层上。第三层可以设置在第二层上。发光材料组合物的发光材料可以分布到各个层上。例如,每种发光材料处于自己的层中。
- [0168] 根据至少一个实施方式,转换元件具有至少一种基质材料。例如发光材料嵌入到基质材料中或在其中分布。尤其,发光材料可以作为颗粒均匀地在基质材料中分布。
- [0169] 本发明根据第三方面涉及一种光电子设备,所述光电子设备包括:
- [0170] -发射辐射的半导体芯片,所述半导体芯片发射第一波长范围的电磁辐射,
- [0171] -根据本发明的第一方面的发光材料组合物。
- [0172] 根据本发明的光电子设备的特征在于特别好的显色性和效率。
- [0173] 半导体芯片尤其可以是发射UV辐射和/或蓝光的半导体芯片。优选地,半导体芯片发射出自光谱的蓝色范围的光。更优选地,半导体芯片发射峰值波长在430nm和470nm之间的光。
- [0174] 根据至少一个优选的实施方式,发光材料组合物设置在半导体芯片的光路中。例如,发光材料组合物设置在半导体芯片的主辐射出射面上。
- [0175] 根据至少一个实施方式,发光材料组合物存在于设置在半导体芯片上的转换元件中。根据至少一个实施方式,发光材料组合物作为囊封件设置在半导体芯片之上。
- [0176] 根据至少一个实施方式,根据本发明的光电子设备是发光二极管(LED),优选是发白光的LED。

附图说明

- [0177] 本发明的其他有利的实施方式和改进方案从下面结合附图所描述的实施例中得到。
- [0178] 相同的、相同类型的或起相同作用的元件在附图中设有相同的附图标记。附图和在附图中示出的元件彼此间的大小比例不应视为是合乎比例的。更确切地说,为了更好的

可视性和/或为了更好的理解可以夸大地示出个别元件。

具体实施方式

[0179] 图1A示出根据本发明的发光材料组合物10的示意侧视图,所述发光材料组合物具有第一发光材料1和第二发光材料2,所述第二发光材料是发红光的量子点发光材料。优选地,还存在第三发光材料3,例如发红光的发光材料 $\text{SrLi}_2\text{Al}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ 。如在图1A中所示出的,发光材料组合物10优选是发光材料混合物10。

[0180] 图1B示出根据本发明的发光材料组合物10的示意侧视图,其中在图1B的情况下发光材料不彼此混合。更确切地说,发光材料组合物优选是发光材料混合物,然而也可能的是,发光材料不以彼此混合的方式存在。

[0181] 图2示出根据本发明的转换元件20的示意侧视图,所述转换元件具有发光材料组合物10。优选地,转换元件具有作为发光材料混合物的发光材料组合物。转换元件可以具有基质材料4,发光材料嵌入到所述基质材料中。

[0182] 图3A和3B分别示出根据本发明的光电子设备30的实施方式的示意侧视图。所述光电子设备分别具有半导体芯片50,在其光路中存在根据本发明的发光材料组合物。在图3A的情况下,根据本发明的具有发光材料组合物的转换元件20设置在半导体芯片上。图3B示出具有半导体芯片50和囊封件40的光电子设备30。在囊封材料中包含根据本发明的发光材料组合物,其中所述囊封材料例如可以是硅树脂或树脂。光电子设备还可以具有壳体60。

[0183] 图4示意地示出第二发光材料的示例性的构造。量子点发光材料可以在根据本发明的发光材料组合物中的一个优选的实施方式中具有核-壳结构,所述核-壳结构具有核2a和壳2b。例如,核2a包含CdSe或由CdSe构成并且壳2b包含CdS或由CdS构成。

[0184] 图5A示出传统的发红光的发光材料的吸收特性(A)和发射特性(E)。吸收从光谱的蓝色范围伸展直至自己的红色发射。本发明的发明人已经认识到,这种宽的吸收造成很大程度的效率损耗。

[0185] 图5B示出发红光的量子点发光材料(QD)的吸收特性(A)和发射特性(E)。量子点发光材料近似仅在光谱的期望的蓝色范围内吸收。吸收和发射的范围由此彼此分开。因此可以尽可能避免不期望的双重转换。

[0186] 图6A示出具有蓝色的半导体芯片和常规的发光材料组合物的发光二极管的发射光谱。蓝色的半导体芯片发射蓝光。蓝光部分地由第一发光材料吸收并且作为绿光(G)发射。蓝光此外部分地由第二发光材料吸收并且作为红光发射(R)。

[0187] 此外,绿光的一部分同样由第二发光材料吸收并且以红光发射(R)。在此涉及不期望的二级转换(或双重转换)。因为在每个转换步骤中,量子效率(QE)大约为90%,在双重转换的情况下量子效率总共仅为 $90\%*90\%=81\%$ 。因此,双重转换造成在量子效率方面的损耗。此外,发绿光的第一发光材料的显著的部分仅贡献于产生红光,然而不贡献于产生绿光。因此,第一发光材料的所述用作为“牺牲发光材料”的份额对于期望的光谱是不必要的。由于该份额的存在,然而该份额造成附加的散射损耗。总计发射的白色光谱(W)由此仅在涉及总的电效率的损失相当大的情况下得到。

[0188] 而图6B示出具有根据本发明的发光材料组合物的发光二极管的发射光谱(W QD)。在此也由传统的绿色发光材料吸收半导体芯片的蓝光。因为第二发光材料而不是具有宽

的吸收的传统的发红光的发光材料,而是具有窄的吸收的发红光的量子点发光材料(RQD),所以几乎不发生双重转换。这样可以明显降低由于双重转换引起的在量子效率(QE)方面的不期望的损耗。此外,可以节省绿色的第一发光材料的部分显著的量,因为较少的绿色发光材料(G)用作为牺牲发光材料。所述节省可以部分地大于30%,例如为35%。因此,在所述节省的量的第一发光材料处不再发生散射。此外,第二发光材料的量子点也几乎不散射。因此,总体上与在传统的发光材料组合物中相比发生明显更少的散射。发光材料组合物可以可选地也还包含第三发光材料。在图6B中示出第三发光材料,所述第三发光材料同样发射红光(R),然而不是量子点发光材料。以此方式,仅需要有限量的量子点发光材料(RQD),这简化满足RoHS规则,而同时得到高效率的光电子设备。

[0189] 图7在计算方面阐述,如何在使用根据本发明的发光材料组合物的光电子设备中实现相对的效率收益。

[0190] 图8A概括总结在根据本发明的LED和参考LED处的测量结果并且示出,在光增益方面的收益在何种程度上归因于改善的转换效率和改善的光谱效率。

[0191] 图8B阐述了在图8A的测量中所使用的LED中采用的发光材料组合物。参考LED具有常规的发光材料组合物,所述常规的发光材料组合物除了发绿光的石榴石发光材料以外具有两种传统的发红光的氮化物发光材料。与此相反地,根据本发明的LED包含具有1重量%的发红光的量子点发光材料的发光材料组合物。因此,传统的发红光的发光材料的一部分由发红光的量子点发光材料替代。因为其红色发射直接由蓝色半导体芯片发射转换——并且不像在传统情况中那样部分地也经由绿色发光材料的光子转换——需要总体上明显更少的绿色发光材料。这允许将发绿光的石榴石发光材料的份额降低35%,这造成明显更少的散射损耗。发光材料的重量百分比说明在图8B中分别参照发光材料的和基质材料的总重量的总和。发光材料组合物还满足在色彩质量方面的高的标准。达到大约3000K的色温,分别高于90的CRI值和分别高于50的R9值。根据本发明的LED在效率升高的同时达到所述高的色彩质量。

[0192] 图9示出一系列单个发光材料的模拟的发射光谱。示出半导体芯片的蓝色发射。此外示出LuAGaG:Ce发光材料的绿色发射,该发光材料可以用作为根据本发明的发光材料组合物的第一发光材料。此外示出传统的Sr(Sr,Ca)Si₂Al₂N₆:Eu²⁺发光材料的红色发射。最后示出窄带发射的Sr[Al₂Li₂O₂N₂]:Eu²⁺发光材料的发射,该发光材料可以用作为根据本发明的发光材料组合物的第三发光材料。此外,示出CdS/CdSe量子点发光材料的特别窄带的发射,所述量子点发光材料可以用作为根据本发明的发光材料组合物的第二发光材料。

[0193] 图10示出基于不同的发光材料组合物的白光LED发射光谱的模拟(实例1至3和比较例1和2)。

[0194] 图11示出表格,所述表格概括总结了发光材料组合物的组成。表格将相应的发光材料组合物在色度坐标Cx、Cy,色温(CCT),显色性指数(CRI值),R9值(参考颜色9,红色显色)以及光谱效率(LER)方面进行比较。从模拟中清楚地得出,所有的具有发绿光的第一发光材料LuAGaG:Ce³⁺和作为第二发光材料的发红光的量子点发光材料的发光材料组合物将特别高的光谱效率(LER)与特别好的显色性特性组合(实例1至3)。实例1具有最好的效率,而实例2为效率和环保性的最好组合。更确切地说,实例1示出最好的效率,然而不与RoHS规则一致。实例2由于存在Sr[Al₂Li₂O₂N₂]:Eu²⁺作为第三发光材料能够实现在出色的显色性和

效率特性的同时满足RoHS规则。

[0195] 实施例也可以彼此组合,即使这种组合并未详尽地在图中示出也如此。此外,结合附图所描述的实施例可以具有根据在概述部分中的说明的附加的或替代的特征。

[0196] 下面提出,可以如何提供根据本发明的发光材料混合物。为了制造根据本发明的发光材料混合物,首先提供第一和第二发光材料和可能的第三发光材料:

[0197] 作为第一发光材料考虑任意传统的发光材料,优选发绿光的发光材料,如例如之前提到的发光材料 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}:\text{RE}$ 、 $\text{Y}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{Gd},\text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{Tb},\text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{Lu}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 或 $(\text{Lu},\text{Y})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 。这些发光材料的制造是本领域技术人员已知的。所述发光材料也是市售的。

[0198] 针对发红光的量子点发光材料的合成,从现有技术中已知多种不同的合成。一系列发红光的量子点发光材料此外是市售的。

[0199] 下面阐述用于制造第三发光材料的方法:

[0200] 第三发光材料可以借助于固体反应制造。为此可以混合第三发光材料的反应物。例如,可以将氮化锶(Sr_3N_2)、氮化铝(AlN)、氧化铝(Al_2O_3)、氮化锂(Li_3N)和氧化铕(Eu_2O_3)用于制造 $\text{SrLi}_2\text{Al}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ 。反应物以相应的比例彼此混合。反应物例如可以引入到镍坩埚中。接着,可以将混合物加热到在700°C和1000°C之间,优选为800°C的温度上。附加地,加热可以在氮氢混合气流中进行,其中在1至400小时期间保持温度。氮气(N_2)中的氢气(H_2)的份额例如可以是7.5%。加热率和冷却率例如可以为250°C每小时。

[0201] 对于上述方法替代地,第三发光材料也可以借助在焊接的钽安瓿中的固体合成产生。为此,可以将反应物,例如在第三发光材料的情况下 $\text{SrLi}_2\text{Al}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ 、Li(助熔剂)、 LiN_3 和 Eu_2O_3 以相应的混合比例彼此混合并且引入到钽安瓿中。例如进行从室温到800°C的加热,随后保持所述温度例如100小时,其中接着将系统又冷却至室温并且产生第三发光材料。第三发光材料的反应物例如作为粉末存在。在加热步骤之后,可以进行冷却过程,其中将混合物冷却至室温。尤其将室温理解为20°C或25°C的温度。合成在适当的温度下进行从而是非常能量有效的。例如对所使用的炉的要求因此是小的。反应物是低成本市售的并且是无毒的。发光材料混合物最终由提到的第一和第二发光材料和可选的第三发光材料的组合得出。例如,发光材料的粉末可以彼此混合。例如,发光材料也可以分别引入到基质材料中并且在其中分散。然而也可以将每种发光材料引入到自己的基质材料中。理解为发光材料的组合的发光材料混合物在此情况下从包括相应的发光材料的不同基质材料的组合中得出。

[0202] 根据本发明的发光材料组合物例如可以通过将具有或不具有附加的基质材料的上述发光材料的粉末混合得到。

[0203] 本发明不通过根据实施例的描述而局限于此。更确切地说,本发明包括任意新特征以及特征的任意组合,这尤其包含实施例中的特征的任意组合,即使所述特征或组合本身并未详尽地在实施例中给出时也如此。

[0204] 附图标记列表

[0205] 1 第一发光材料

[0206] 2 第二发光材料

[0207] 2a 核

- [0208] 2b 壳
- [0209] 3 第三发光材料
- [0210] 4 基质材料
- [0211] 10 发光材料组合物
- [0212] 20 转换元件
- [0213] 30 光电子设备
- [0214] 40 囊封件
- [0215] 50 半导体芯片
- [0216] 60 壳体
- [0217] A 吸收
- [0218] E 发射
- [0219] QD 量子点发光材料 (“Quantumdot (量子点)”)
- [0220] W 白光
- [0221] G 绿色发光材料
- [0222] R 红色发光材料
- [0223] QE 量子效率

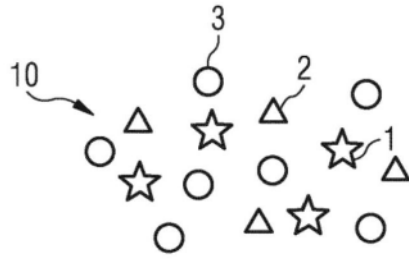


图1A



图1B

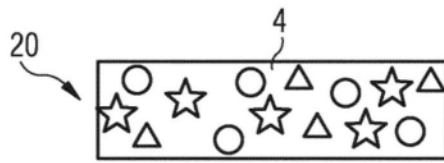


图2

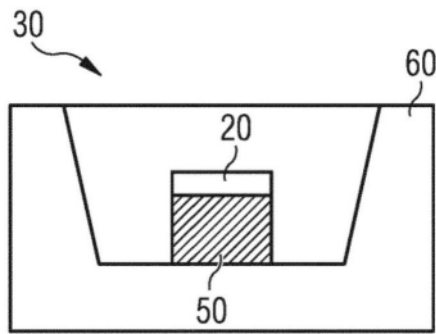


图3A

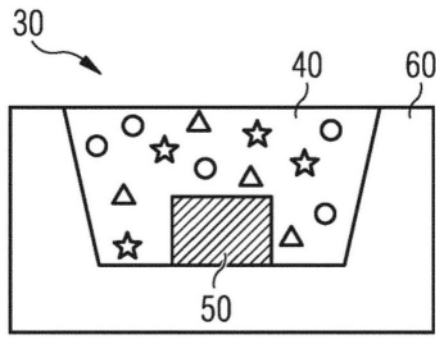


图3B

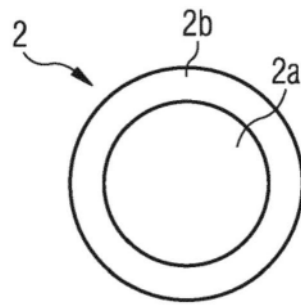


图4

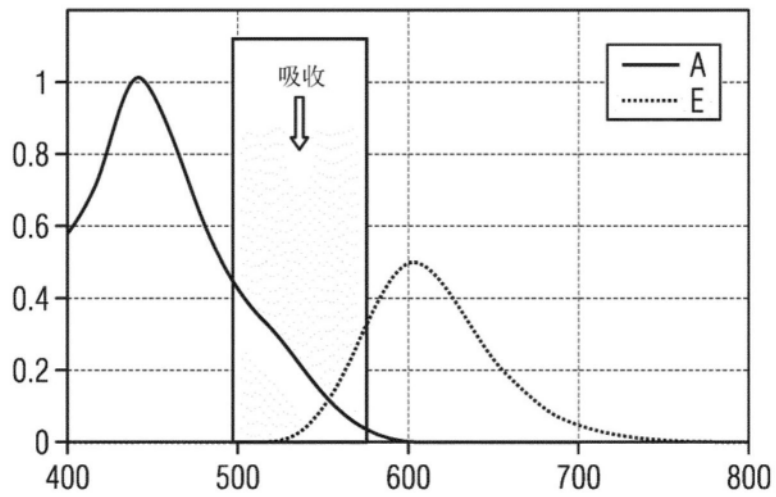


图5A

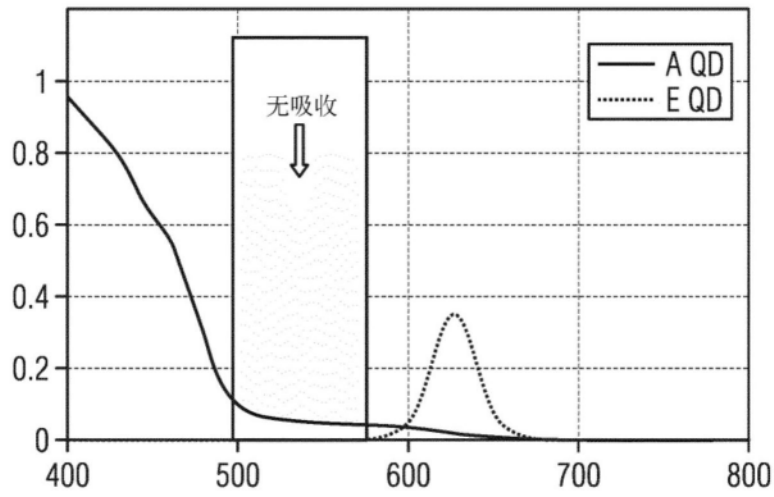


图5B

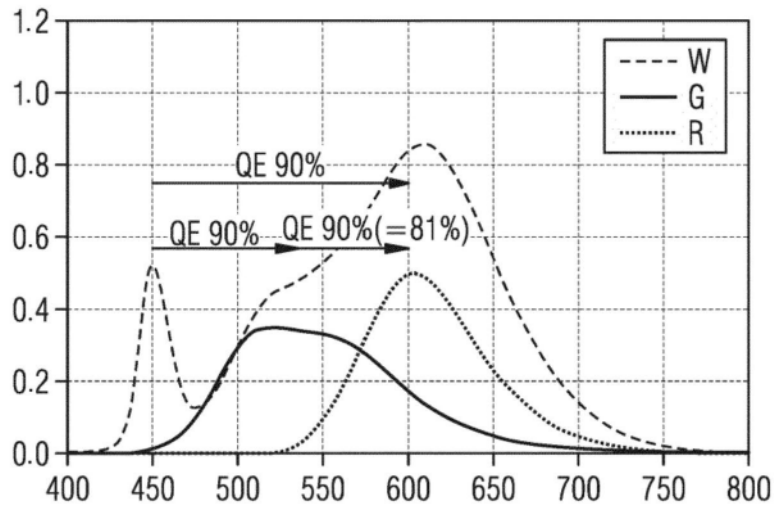


图6A

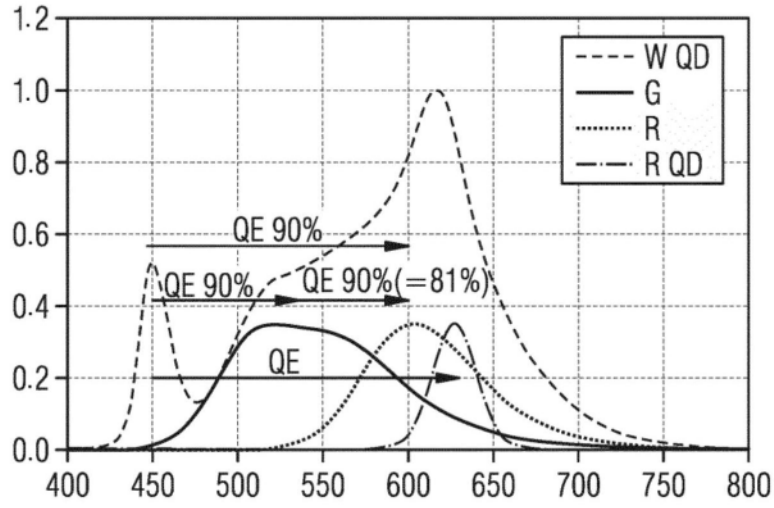


图6B

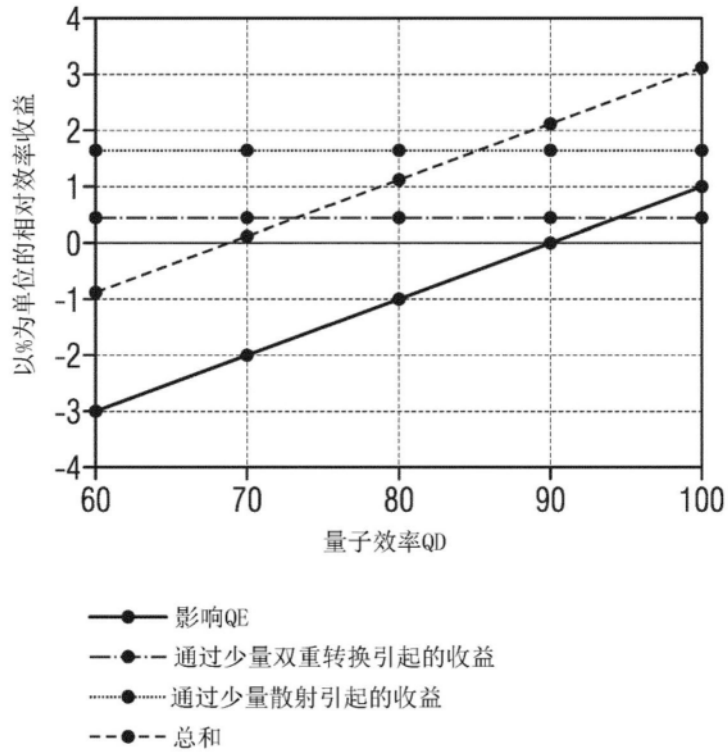


图7

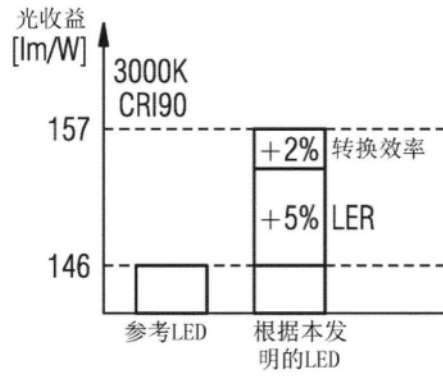


图8A

发光材料	发射	参考LED	根据本发明的LED
石榴石	绿	48重量%	31重量%
氮化物	短波红色	1重量%	1重量%
氮化物	长波红色	4重量%	2重量%
量子点发光材料	红色	-	1重量%

图8B

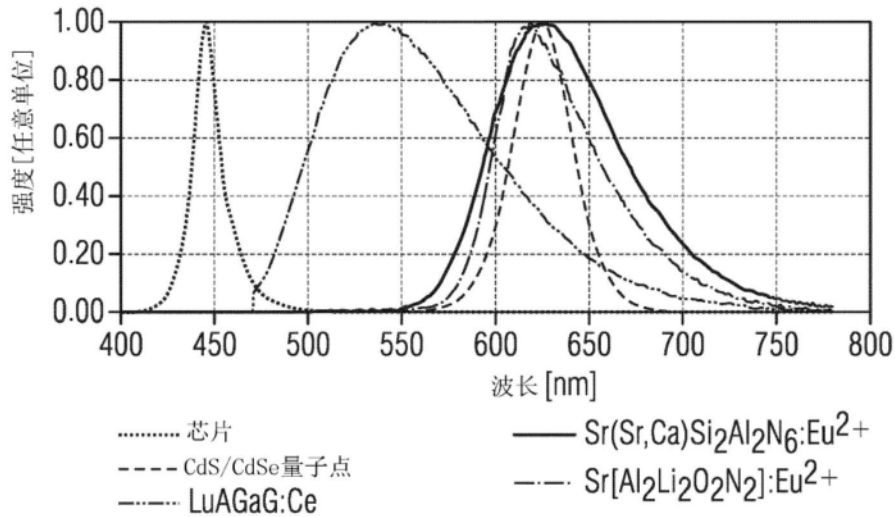


图9

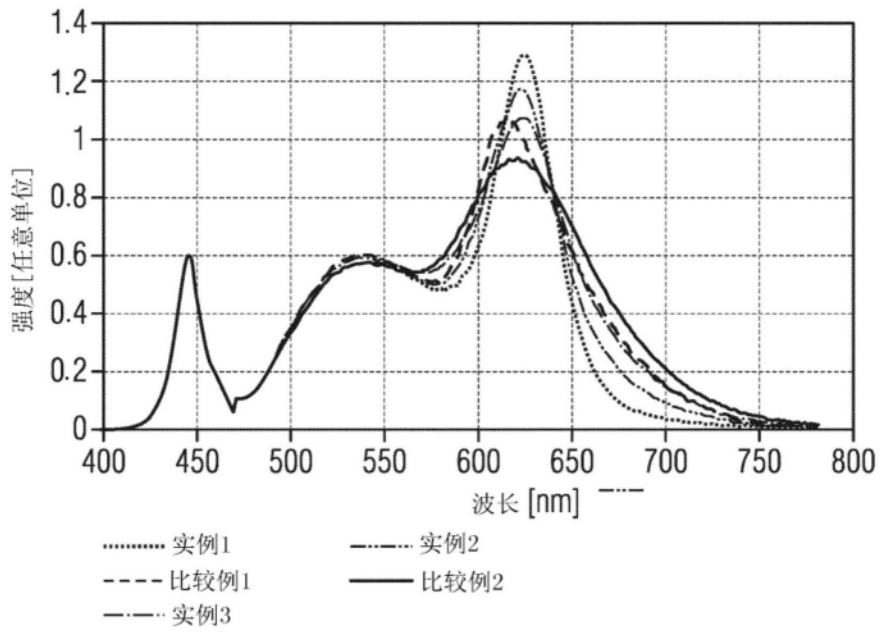


图10

	实例 1	实例 2	实例 3	比较例 1	比较例 2
发光材料 组合物	LuAGaG:Ce ³⁺ , CdS/CdSe- 量子点	LuAGaG:Ce ³⁺ , Sr[Al ₂ Li ₂ O ₂ N ₂]:Eu ²⁺ , CdS/CdSe- 量子点	LuAGaG:Ce ³⁺ , Sr(Sr,Ca)Si ₂ Al ₂ N ₆ :Eu ²⁺ , CdS/CdSe- 量子点	LuAGaG:Ce ³⁺ , Sr[Al ₂ Li ₂ O ₂ N ₂]:Eu ²⁺	LuAGaG:Ce ³⁺ , Sr(Sr,Ca)Si ₂ Al ₂ N ₆ :Eu ²⁺
Cx	0.4341	0.4338	0.4341	0.4346	0.4342
Cy	0.4038	0.4032	0.4045	0.4037	0.4037
CCT	3000 K	3000 K	3000 K	3000 K	3000 K
CRI	91	93	94	94	94
R9	96	89	83	75	74
LER	335	323	313	312	301

图11